

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

E

(11) Publication number : 63-017523

(43) Date of publication of application : 25.01.1988

(51) Int.CI.

H01L 21/30

H01L 21/66

(21) Application number : 61-161709

(71) Applicant : TOSHIBA MACH CO LTD

(22) Date of filing : 09.07.1986

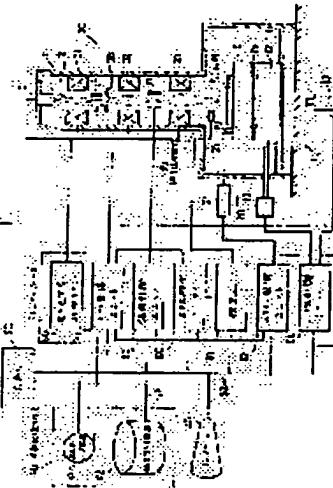
(72) Inventor : TANAKA SHOJI

(54) ELECTRON-BEAM LITHOGRAPHY EQUIPMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable quick inspection having high precision by providing an image detection means image-sensing a pattern on a mask, an image-sensing pattern data generating means and a compare check means comparing a design pattern data and an image-sensing pattern data and detecting the defect of the pattern of the mask.

CONSTITUTION: A compare check unit 100 is fitted organically to a constituent for conducting lithography work, and a pattern data as an image-sensing data from a calibration unit 90 for the unit 100, a pattern data based on a design data (a source data) from a bit conversion unit 80, a scan timing signal from a scan control unit 62 and the positional data of tables 12, 16 are utilized and compared and the presence of the defects of the patterns is decided simultaneously. An electronic optical system 30 for an electron-beam lithography equipment can be utilized as it is in inspection work, thus removing an optical error. Accordingly, high resolving power can be displayed.



⑪公開特許公報(A) 昭63-17523

⑤Int.Cl.
H 01 L 21/30
21/66識別記号 廃内整理番号
J-7376-5F
7168-5F

⑩公開 昭和63年(1988)1月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全15頁)

⑪発明の名称 電子ビーム描画装置

②特願 昭61-161709

②出願 昭61(1986)7月9日

⑪発明者 田中勝爾 静岡県沼津市太岡2068の3 東芝機械株式会社沼津事業所
内

⑪出願人 東芝機械株式会社 東京都中央区銀座4丁目2番11号

⑪代理人 弁理士木下実三

明細書

1. 発明の名称

電子ビーム描画装置

2. 特許請求の範囲

(1) 設計データに基づいてブランкиング制御されたビームを試料に照射して、その試料上に所定パターンを描画する電子ビーム描画装置において、

前記試料に代えて取り付けられたマスクからの反射電子を検出してマスク上のパターンを検出する検出手段と、この検出手段の出力から前記設計データに基づく設計パターンデータに対応させた検出パターンデータを創成するための検出パターンデータ発生手段と、

設計パターンデータと検出パターンデータとを比較して該マスクのバ

ターンの欠陥を検出する比較検査手段とを設け、前記電子ビームを走査しながら前記マスクの検査ができるよう構成したことを特徴とする電子ビーム描画装置。

(2) 前記特許請求の範囲第1項において、前記比較検査手段が、前記設計データに基づき2値化

された設計パターンデータを記憶するための第1記憶手段と、前記画像パターンデータ発生手段からの検出パターンデータに基づき2値化された検出パターンデータを記憶するための第2記憶手段とからなり、第2記憶手段に記憶された西バーンデータを比較して設計パターンに対する画像パターンの同否を判別してマスクパターンの欠陥を検出できるよう構成されている電子ビーム描画装置。

(3) 前記特許請求の範囲第2項において、前記第1記憶手段が、複数のラッチ回路と、これに対応させた複数のシフトレジスタとを有し複数スキャン分の設計パターンデータを記憶できるものとされている電子ビーム描画装置。

(4) 前記特許請求の範囲第2項において、前記第2記憶手段が、前記画像パターンデータ発生手段からの検出パターンデータをそのまま記憶するシフトレジスタと、検出パターンデータを1ピクセル分だけシフトさせて記憶する複数のシフトレジスタとから構成されている電子ビーム描画装置。

(5) 前記特許請求の範囲第1項において、前記

比較検査手段が、前記データに基づく2値化された設計パターンデータと前記検査手段の感度特性データとを重畳させて設計多値パターンデータを発生させる多値パターンデータ発生ユニットと、前記複数パターンデータ発生手段からの複数多値パターンデータを記憶するイメージメモリと、多値パターンデータ発生ユニットとイメージメモリからの両多値パターンデータとを比較する比較器とを含み、この比較器での差分値が所定のスレッショルド値を越えた場合に欠陥と判断できるよう形成されている電子ビーム描画装置。

(6) 前記特許請求の範囲第1項において、前記比較検査手段が、前記設計データに基づく2値化された設計パターンデータと前記検査手段の感度特性データとを重畳させて設計多値パターンデータを発生させる多値パターンデータ発生ユニットと、この多値パターンデータ発生ユニットからの設計パターンデータをシリアルに読み出しあナログ信号に変換するD/A変換器と、このD/A変換器からのアナログ信号と前記複数パターンデータ

発生手段からの複数シリアルパターンデータのアナログ信号とを演算するアナログ演算器と、このアナログ演算器の出力の絶対値が所定のスレッショルド値を越えた場合に欠陥と判断する比較器とから形成されている電子ビーム描画装置。

3.発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、電子ビームをブランкиング開閉して試料上に所定パターンを描画する電子ビーム描画装置に係り、描画作業のための主要機能を利用して検査作業をできるようした新規な電子ビーム描画装置に関する。

(背景技術とその問題点)

LSI等の半導体集成回路を大量生産する方法としてウェハ上に回路パターンを光学的に転写するいわゆる光学的転写方法が知られ、これを実現するためにフォトマスクやレチカル(以下、両者を併せてマスクという。)が利用されている。

かかるマスクの製造装置の1つとして、微細なパターンを迅速かつ高精度で描画できる特徴を有

する電子ビーム走査型描画装置が広く普及している。一方、マスクの品質がLSI等の品質を決定することになるから、マスク製造装置が上記電子ビーム走査型描画装置であるか否かにかららず描画されたマスク上のパターンを検査している。

ここに、従来の電子ビーム走査型描画装置は、電子線から射出されたビームをブランкиング開閉するとともに偏軸制御して感光耐塗布ガラス板等である試料上に入力されたソースデータに基づく所定のパターンを描画できるよう構成されていた。

一方、描画された試料を現像、エッチング等処理して形成されたマスクを検査するための従来の検査装置としては、ダイ比較方式検査装置、データベース比較方式検査装置あるいは走査方式電子顕微鏡が一般的に利用されていた。

しかしながら、上記従来の電子ビーム走査型描画装置および検査装置によってマスクを製造していたのでは以下のような問題点があった。

①ダイ比較方式検査装置は、マスク上で隣接するダイのパターンを2つの光学系で同時に撮像し

つつ、そのビデオ信号を比較して不一致部分をもって欠陥と判定するものであるから、共通的欠陥は検出できないという致命的欠点がある。

データベース比較方式検査装置は光学的に撮像したマスクパターンと当該設計データとを光学的に比較するものであるから比較形態により精度が異なるという欠点がある。さらに両者とも光学的に撮像する方式なのでレンズ等製作上の問題を含む光学的限界(波長、焦点深度等)のために最小検出可能な欠陥サイズは前者の場合には0.2μm程度、後者の場合には0.3μm程度が限界であった。

さらに、走査型電子顕微鏡を応用した検査装置が提案されているが、この型は経済的負担が過大となるという問題があった。

②このように、従来の検査装置では、ますます高精度化する描画装置の0.1μm以下の描画パターンを検査できないという欠点を有する他、検査装置は描画装置と別個独立のものとされていたからマスク製造全体を考えるときには医めて生産率の悪いものとなっていた。当然に設備経済増

大、設置スペース拡大と問題も有していた。

④同様に、検査装置は描画装置と別個の構成とされていたから、描画固有のマシンデータが異なるればソースデータまたは中間フォーマットデータからマシンデータに変換する手順、方式が相違することになるのでそのデータ準備作業時間が長大となるばかりかデータ原図を生じさせ精度保証に困難性をもたらせるという問題があった。

しかも、各装置に適合させてマスクを取り付けるという一見單純な作業がその複雑パターンの位置合わせを必須とすることから相当熟練を要し、この点からも精度上、経済上、運用上の問題を含んでいた。

(発明の目的)

本発明は、描画作業用の機能を有効利用して迅速かつ高精度の検査をできるようした電子ビーム描画装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段および作用)

本発明は、上記従来の問題点が描画装置と検査装置とが別個独立の構成とされていることに起因

していたと看做し、全体製造工程をもってマスクの高品質が保証できるという基本原則に則り、描画作業と検査作業とを連続的に行なえるよう構成し従来問題点を除去しようとするものである。

これがため、設計データに基づいてブランкиング制御されたビームを試料に照射して、そのは斜面上に所定パターンを描画する電子ビーム描画装置において、

前記試料に代えて取り付けられたマスクからの反射電子を検出してマスク上のパターンを図像する像検出手段と、この像検出手段の出力から前記設計データに基づく設計パターンデータに対応させた描画パターンデータを生成するための描画パターンデータ発生手段と、該設計パターンデータと図像パターンデータとを比較して該マスクのパターンの欠陥を検出する比較検査手段とを設け、電子ビームを走査しながら前記マスクの検査ができるよう構成し前記目的を達成するのである。

従って、設計データに基づいてブランкиング制御されたビームを試料に照射して、このは斜面上に

所定パターンを描画できるとともに、描画された試料を装置から取り外しエッチング等の所定処理を施して製作したマスクを再び装置に取り付けて検査作業に切り換えて運転すれば、描画作業と同様にビームを走査しつつ、比較検査手段が像検出手段からの検出反射電子に基づいた描画パターンデータ発生手段からの描画パターンデータと前記設計データに基づく設計パターンデータとを比較してマスクに描画されたパターンの欠陥を検出することができる。このように、描画作業におけるビーム偏向手段等をそのまま利用して迅速かつ高精度なマスクの検査をすることができる。

(実施例)

本発明に係る電子ビーム描画装置の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

(第1実施例)

第1実施例は第1図ないし第10図に示され、電子ビーム製描画装置は、試料上に電子ビームを走査(スキャン)させつつ描画および検査する装置本体200と、ソースデータである設計データ

を記憶する外部記憶手段40、ソースデータをマシンデータに変換するとともに装置本体200を制御するための指令等を行うCPU50、CPU50と装置本体200との具体的整合を行うインターフェースを形成するピット変換ユニット70等の各ユニット60、62、64、80、90、100とから構成されている制御部300と、に大別構成されている。

以下、構成要素を区々して説明する。

装置本体200は、上記インターフェースを介しCPU50で駆動制御されるもので密封形態のフレーム1で形成された真空室2内にテーブル駆動手段10、測長システム20および電子光学系30を配設してなる。テーブル駆動手段10は、描画または検査すべき試料5をXおよびY軸方向に移動するもので、Xレール11に駆動自在とされたXテーブル12とこのXテーブル12に配設されたYレール16に駆動自在とされたYテーブル16を含み、Xテーブル12は室外のXモータ13によってX軸方向に、またYテーブル16は

室外の Y モータ 17 にて Y 軸方向に移動されるよう構成されている。従って、CPU 50 からの指令に基づき、テーブル駆動ユニット 64 を介し試料 5 は X および Y 方向に移動される。また、

測量システム 20 は、Y テーブル 16 上に固定され X 反射ミラー 23 と、この X 反射ミラー 23 に向けてレーザ光を照射するための光路を含み X 反射ミラー 23 からの反射光を受けてこれと基準光とを干渉することによって X テーブル 12 の移動変位ないし現在値を検出するレーザ干渉計とから形成されている。なお、Y 位置検出についても同様である（図示省略）。さらに、電子光学系 30 はフレーム 1 の上部に設けられた電子管 3 から射出された電子ビーム 4 を試料 5 上に所定のビーム径をもって所定の位置に照射できるようビームコントロールするための第 1 コンデンサレンズ 31 と第 2 コンデンサレンズ 32 と対物レンズ 33 とをこの順で上方から下方側に配置させて形成されている。電子管 3 は電子を放出するカソードとビームを加速するアノードとからなる。また、第 1

コンデンサレンズ 31 と第 2 コンデンサレンズ 32 との間ににはプランキング制御するためのプランキング電極 35 およびアバーチャ 36 が設けられ、第 2 コンデンサレンズ 32 と対物レンズ 33 との間ににはビームを X 軸方向に偏向させるための偏向電極 37 が設けられている。

偏向電極 37 は印加する電圧を制御して試料 5 上に照射するビーム位置を移動させるものである。偏向電極 37 と対的する Y 軸方向用の偏向電極は図示省略している。

Y テーブル 16 の上方側に設けられた直接出手段である反射電子検出器 39 は試料 5 からの反射電子を検出し撮像パトーンデータ発生手段を形成する校正ユニット 90 にその情報を出力するためのものである。

なお、真空室 2 内を所定圧力に維持するための真空排気制御手段および試料 5 の搬出入等のためのオートロード制御手段は図示・説明を省略する。一方、制御部 300 の外部記憶手段 40 は、設計データすなわちソースデータを入力する磁気テー

ア装置 41 とこの磁気テープ装置 41 から入力したソースデータを変換して装置本体 200 の固有的データであるマシンデータを CPU 50 から読み出し画面または映像待ちデータとして記憶する磁気ディスク装置 42 とから形成されている。

主メモリを含む、CPU 50 は、高速な DMA バス 5.2 と I/O バス 5.3 を介し外部記憶手段 40 とビット交換ユニット 70 等を含むインターフェースと連絡され、ソースデータをマシンデータに変換するいわゆるデータ処理機能、制御・駆動機能等を有し本装置を集中的に制御する。45 はコンソールで画面・検査モード切換等を行うためのものである。

ここに、インターフェースは第 1 図に見られるように各ユニット 60, 70, 80, 100, 90, 62, 64 とからなり、CPU 50 から発せられるマクロ命令を解釈して装置本体 200 の各部 10, 30 等を制御するためのものである。従って、各ユニット 60, 70 等の他必要なデジタル回路、アナログ回路、ドライバ等を含むもので

ある。

さて、電子光学系調整ユニット 60 は、テーブル駆動手段 10、測量システム 20、偏向制御ユニット 80、反射電子量を検出する反射電子検出器 39、校正ユニット 90 等と協働して電子光学系 30 の調整を行うものである。電子光学系 30 の調整とは経路アライメント、ビーム電流、ビーム径、ビーム非点（非点調整用コイルは図示省略）等調整をいい、好適な構成、検査を行なえるようするものである。従って、画面等条件を変更したとき、あるいは経時的変化等を補正するため一定時間隔毎に自動的に行う。具体的には、Y テーブル 16 に固定されたマーク 19 からの反射電子量を反射電子検出器 39 で検出しつつ、第 1 コンデンサレンズ等 31, 32, 33 を調整して行う。また、ビーム偏向角度を求めるために CPU 50 から偏向制御ユニット 80 に所定の制御量を与えつつ、それによって実際にビームが移動した距離をマーク 19、測量システム 20 等から確認する。従って、電子光学系調整ユニット 60

は通常の描画作業、検査作業中には原則として使用しない。

次に、ビット変換ユニット70は、磁気テープ装置41から設計データ(CADデータ等)として入力されCPU50で並行的な圧縮データである中間フォーマットとするフォーマット変換を介してマシンデータと変換されかつ磁気ディスク装置42にストアされているパターンデータ(マシンデータ)をプランキング翻回するに適当なビットパターンデータに変換するもので、特に、本実施例では描画作業とともに検査作業をも選択できるよう並列な送出しをも可能なよう形成されている。

すなわち、この実施例の電子ビーム描画装置では装置固有のマシンデータを第3図(A)に示す上辺および下辺が平行な台形の図形表現方式と定めている。一方、ソースデータである設計データは、例えば同(B)に示す矩形を、中心座標を(X, Y)としたときにa, b, cとて規定されている。そこで、設計データを一気にマシンデータ

と変換するには実用上至難であるから、一旦第3図(C)に示すように格子(セル)で区画してソースデータである設計データを分割しその後に変換している。

具体的には、第3図(C)のセルCは第3図(A)に示した台形パターンにおいて $\Delta X_1 = 0$, $\Delta X_2 = 0$ と指定することによって ΔX_1 としてマシンデータに変換される。なお、セルは 1024×1024 アドレスユニットである。

ここに、ビット変換ユニット70は、第2図に見られるようにCPU50を介し磁気ディスク装置42から転送された1セル分のデータを1ブロック単位として記憶するデータメモリ71と、このデータメモリ71に記憶された例えば、第4図(A)のパターンデータを読み出して同(B)に示すビットパターンに変換するビットパターン発生器72と、変換されたビットパターンを1セル分づつ記憶する4つのパターンメモリ73(73a, 73b, 73c, 73d)と、Yテーブル16が移動して描画開始位置P₁に達したときにス

キャン削削ユニット62から出力されるタイミング信号を受けたときにパターンメモリ73からその内容を第4図(D)の矢印X方向に読み出してドライバ75を経てプランキング電極35に2種化されたシリアルパターンデータであるプランキング信号を送出するための送出しユニット74から形成されている。また、送出しユニット74は検査作業のためにCPU50からの検査モードコマンドがあるときには、後記比較検査ユニット100へ並列にデータを送出することもできるよう形成されている。

偏向制御ユニット80は、第5図(A)に示すようにCPU50から指令される偏向幅相当デジタル信号をアナログ信号に変換する偏向用ロード/アダプタ81と、変換された信号を積分し锯歯状波形信号を発生させる積分器83と、同様にCPU50の指令される偏向開始位置相当デジタル信号をアナログ信号に変換する偏向開始位置用ロード/アダプタ82と、積分器83および偏向開始位置用ロード/アダプタ82の両アナログ信号を加算してブ

ランキング電極35へ偏向制御信号を出力するための加算器85とを含み形成されている。なお、第1図に示される上記偏向電極37はX偏向用であり、Y偏向用の偏向電極を図示省略しているが、この偏向制御ユニット80は第5図に示した加算器85等々の2系列を設け形成されている。

なお、偏向制御はスキャン(走査)制御と同期する必要があるので、スキャン制御ユニット62から出力されるタイミング信号(第6図(A)参照)によって同(C)に示す如く第5図に見られるスイッチ84を短絡させて積分器83をリセットするよう形成されている。

また、偏向制御ユニット80は、テーブル12, 16移動時の水平方向の蛇行や振動モリアルタイムで検出した制長システム20からの信号を受けバターン位置の変動を補正する機能をも備えている。従って、描画および検査の精度を一層向上させることができる。また、Yテーブル16の上下動検出センサ(図示省略)からの信号を受けてそれによるスキャン幅の変動を補正もできるよう

形成されている。

また、校正ユニット 90 は、上記の通り電子光学系調整ユニット 60 と同様に電子光学系 30 を横面条件あるいは検査条件に適合させろべく、そのフィードバック信号を生成するもので、第 7 図に示すように CPU 50 からのゲイン調整値およびバイアス値で反射電子検出器 39 の出力信号を波形整形するゲイン調整用 D/A 変換器 92、バイアス用 D/A 変換器 93 および加算器 94 を含み、CPU 50 へ読み取る容易とする多値データであるデジタル信号を出力するための A/D 変換器 95 を設け形成されている。これも上記から明らかの通り横面作業中は使用せず、電子光学系 30 の各パラメータを自動校正する際に使用されるものである。

なお、後記の比較検査ユニット 100 との関係では、画像パターンデータ発生手段を形成するものであるから加算器 94 からはアナログ信号を出力できるよう形成されている。

スキャン制御ユニット 62 は、測長システム 2

0 (第 1 図に示す) では Y 軸方向の測長システムに示す省略している) から X テーブル 12 および Y テーブル 16 の移動に伴って発生されるアップ/ダウンパルス信号をカウントして両テーブル 12, 16 の現在値を求め CPU 50 がいつでも読み取れるようするとともに CPU 50 から指令されるスキャン開始位置 P₁、スキャンピッチ P₂、スキャン本数等の指令信号を受けて、スキャン開始位置 P₁ に達するとビット駆動ユニット 70、偏方向制御ユニット 80 にタイミング信号を送出でき、かつ指定された走査本数が完了するとこれを停止するよう形成されている。ここに、本装置の横面方法は第 8 図に示すように X 軸同電極 37 によって電子ビームを X 軸方向に走査しつつ Y テーブル 16 を Y 軸方向に連続移動させるとともに X テーブル 12 を間歇的に移動させて第 8 図の点線で示したように帯状の領域毎にジグザグ走行させながら実線の方向に順次行われるものとされている。また、テーブル制御ユニット 64 は、CPU 50 からの速度、方向および移動距離指定に基づき

内蔵したドライバ (図示省略) を介しモータ 13, 17 を駆動させて X および Y テーブル 12, 16 を制御するものである。

ここに、電子光学系調整ユニット 60、校正ユニット 90 によって横面条件に適合させるよう電子光学系 30 を校正し、ビット駆動ユニット 70、偏方向制御ユニット 80、スキャン制御ユニット 62 およびテーブル制御ユニット 64 へ CPU 50 から所定の手順で指令信号を与え装置本体 200 を駆動制御すれば、磁気テープ装置 41 にセットした設計データに基づく所定パターンを Y テーブル 16 上に取り付けた試料 5 上に横面することができる。

さて、本発明の特徴的部分である検査作業を可能とする比較検査手段である比較検査ユニット 100 は第 9 図に示すように構成されている。

すなわち、横面後に現像、エッティング等を施してパターン形成されたマスクを Y テーブル 16 上に前記試料 5 の場合と同様に位置出し取り付けしておく、そして Y テーブル 16 が移動を開始する

直前にスキャン制御ユニット 62 から出力されるロードクロック LC 1 と第 1 回目の走査 (スキャン) 時にマスクからの反射電子を像検出手段たる反射電子検出器 39 で検出した後に発生されるロードクロック LC 2 とを入力とする OR ゲート 105 に接続された 3 つのラッチ回路 103 (103a, 103b, 103c)、各ラッチ回路でラッチしたバラレルパターンデータ等を記憶する 3 つのシフトレジスタ 104 (104a, 104b, 104c)、撮像パターンデータ発生手段たる校正ユニット 90 からのアナログ信号をコンバータ 108 によってデジタル信号とされた撮像データを記憶するシフトレジスタ 107、このシフトレジスタ 107 の記憶内容を所定処理した後にロードクロック LC 2 が入力される毎に記憶する 3 つのシフトレジスタ 106 (106a, 106b, 106c)、各シフトレジスタ 104a, 104b, 104c の記憶内容と各シフトレジスタ 106a, 106b, 106c の記憶内容とを組合せ的に比較判断する 9 つのイクスクリーピング OR ゲ

ート (E. - OR ゲート) 093 ~ 1 からなる比較回路 110 および上記ラッチ回路 103 c に、1 回目のロードクロック信号 L C 1 が発生した後はハイレベルに維持されるデータ選択信号 S E L によって周辺データ (設計データが定義している領域の周辺データでオール '0' または '1' とする。) またはビット変換ユニット 70 からのバラレルパターンデータを入力させるためのセレクタ 101 とから形成されている。ここに、ラッチ回路 103 a, b, c と、シフトレジスタ 104 a, b, c とから第 1 記憶手段が形成され、シフトレジスタ 106 a, b, c, 107 が第 2 記憶手段を構成する。

ロードクロック L C 1 は、Y テーブル 16 が移動開始前に 3 個発せられるもので、1 回目のときはデータ選択信号 S E L が '0' となっているからラッチ回路 103 c にはセレクタ 101 を介して周辺データがロードされる。また、2 個目以後は信号 S E L は '1' に保持され、ラッチ回路 103 a にはセレクタ 101 を介しビット変換ユニ

ット 70 からのバラレルパターンデータがロードされる。従って 3 個目が発せられたときにはラッチ回路 103 c, ラッチ回路 103 b およびラッチ回路 103 a には周辺データ、第 1 スキャン分のビットパターン、および第 2 スキャン分のビットパターンがロードされることになる。

その後、Y テーブル 16 が移動してスキャン開始位置 P₁ (第 8 図参照) に到達するとシフトクロック S C 1 が発せられることによって校正ユニット 90 が output するアナログ信号をコンバーティ 108 で 2 進化したデジタル信号をシフトレジスタ 107 にロードする。もとよりは信号 S C 1 はスキャン制御ユニット 62 から発せられるタイミング信号を基準として偏向制御ユニット 80 が行うビームスキャンに同期するものである。

このようにして、シフトレジスタ 107 にロードされたマスクの位置データは校正ユニット 90 からのバラレルパターンデータより左右に各々 1 ピクセル (1 ビット) 余分な隣接部を含むよう形成されている。

次いで、第 1 スキャンの撮像が完了するとロードクロック L C 2 が 1 個発せられる。これにより、シフトレジスタ 104 c, 104 b, 104 a には、それぞれ対応するラッチ回路 103 c, 103 b, 103 a にロードされていた周辺データ、第 1 スキャン分のパターンデータ、第 2 のスキャン分のパターンデータがロードされる。とともにシフトレジスタ 107 の撮像データもシフトレジスタ 106 a, 106 b, 106 c に同時にロードされる。この場合、シフトレジスタ 106 c には右に 1 ピクセル (1 ビット) だけシフトした内容がロードされ、シフトレジスタ 106 a には左に 1 ピクセル (1 ビット) だけシフトした内容がロードされ、かつシフトレジスタ 106 b にはシフトレジスタ 107 の内容がそのままロードされるよう各シフトレジスタ 106 a, b, c と 107 とが接続されている。

そして、第 2 スキャン以後の撮像データをシフトレジスタ 107 にロードするときには、もはやロードクロック L C 1, L C 2 とは関与しないの

で、信号 S C 1 と S C 2 とは同時に作動するようされている。

従って、シフトレジスタ 104 c, 104 b, 104 a とシフトレジスタ 106 a, 106 b, 106 c の各出力は 9 個の E. - OR ゲート 109 ～ 1 で組合せで比較される。

なお、この 9 個の E. - OR ゲート 109 ～ 1 からなる比較回路 110 は、X および Y 方向についてそれぞれ 1 ピクセルの位置づれを許容して比較するよう形成されている。これによりアライメントの誤差が比較判断を混乱させるという不都合が回避され確実な検査ができるわけである。

また、比較回路 110 すなわち各 E. - OR ゲート 109 の出力処理は図示省略したが欠陥判断を次のように行うよう形成されている。①それぞれの出力を一旦シフトレジスタ (図示省略) にロードするが '1' (対比データが不一致) となつたピクセルの数のみをカウントする。②カウント値が最も少ないもののシフトレジスタの内容をメモリマップ (図示省略) に記憶する。③メモリマ

ップを検査し、"1"が横または"5"方向に2ピクセル以上連続している場合を欠陥と判定する。

このように、本実施例の電子ビーム描画装置は、描画作業を行うための構成要素に比較検査ユニット100を有目的に設け、その校正ユニット90から撮像データであるパターンデータと、ピット変換ユニット80からの設計データ（ソースデータ）に基づくパターンデータとをスキャン制御ユニット62からのスキャンタイミング信号とデータ12, 16の位置データとを巧みに利用して、比較しつつその欠陥の有無を判定できるよう構成したのである。

なお、品質管理等運用上の便宜から上記検査作業によって判定した欠陥パターンを目視可能とするモニタや磁気ディスク装置42に記憶させその座標サイズを求めて外部機器に出力する機能、さらには検査完了後に、テーブル12, 16を再移動させつつ欠陥パターンの座標に位置決めしてSEM像を出力できる機能等をも備えている。

イスク装置42に描画待ちデータとして持続されていた中間フォーマットデータをピット変換ユニット70でピットパターンに変化しつづブランкиング信号であるピットシリアルデータを出力させブランкиング電極35を制御して行う。

ブランкиング電極35へのブランкиング信号が"0"の場合には電子流3からのビームが試料5上に照射され、ブランкиング信号が"1"の場合にはアバーチャ36に阻止される。従って、スキャン制御ユニット62、テーブル制御ユニット64とを協働させ第8図で示すようにYテーブル16を移動させつつ偏向制御ユニット80によって一列目のX走査を行い、この一列目が完了したときにはXテーブル12を二列目の位置に移動させ、Yテーブル16を逆方向に移動し、図で点線で示すようにジグザグに試料5の所定領域に所定のパターンを描画することができる。

（マスク形成）

描画作業完了後、描画された試料5をYテーブル16から取り外し、別個の装置によって試料5

次に、試験例の作用について説明する。

（描画作業）

まず、描画作業条件に適応させて電子光学系30の調整を行う。これは、電子光学系調整ユニット60を作動させるとともにYテーブル16上に固定されたマーク19からの反対電子束を検出した反射電子検出器39からのフィードバック信号を受けた校正ユニット90、CPU50を介し、第1および第2コンデンサレンズ31, 32、対物レンズ33を制御して行う。これにより、描画作業条件に応じたビーム径、ビーム電流、ビーム経路アライメント、ビーム非点等が確立される。また、CPU50から偏向制御ユニット80へ所定の制御量を与えて、テーブル駆動手段10、湖長システム20、校正ユニット90等の協働の下にビーム偏向角度調整を行う。

次いで、Yテーブル16上に試料5をロードする。

描画作業は、磁気テープ装置41からの設計データをCPU50でフォーマット変換し、磁気テ

を現像し、エッティングを行う等所定の公知手順によってマスクを形成する。

このようにして製造したマスクまたは別個の描画装置で製造したマスクをYテーブル16上の所定位置にセットする。

（検査作業）

検査作業においても、描画作業の場合と同様に調整作業を行う。調整作業は描画作業の場合とは同じであるが、特に、撮像パターンデータ発生手段である校正ユニット90のゲイン調整用D/A変換器92、バイアス用D/A変換器93によって、パターンの有る部分と無い部分とのコントラストと当該信号レベルとの関係を検査に必要とされている範囲内にゲイン調整、バイアス調整とし設定することが含まれる。

次いで、先の設計データ（別個装置で描画して製造されたマスクの場合には、当該マスクに相応した設計データを磁気テープ装置41にセットする。）に基づきピット変換ユニット70、偏向制御ユニット80、スキャン制御ユニット62およ

びテーブル制御ユニットを協働させて図面作成の場合と同様な手順によりマスク上に区画されたパターンをスキャンする。

ここで、ビット変換ユニット70の読み出しユニット74からはドライバ75を介しプリアンキンギング回路35へはビーム走査時は“0”、ライバック時は“1”となる信号を与え、比較検討ユニット100には読み出しユニット74からバラレルバターンデータが入力される（セレクタ101に入力される）。さらに、比較検討ユニット100のセレクタ101には周辺データが入力され、シフトレジスタ107には振幅データとしてのアナログデータが校正ユニット90からコンバレーク108を介しデジタル信号として入力される。

これを手順を追って詳説すると、

（1）Yテーブル16が移動開始前にすなわち校正作業開始前にスキャン制御ユニット62からロードロックLC1が3個発せられる。1回目のパルスではデータ選択信号SELが“0”になっているから周辺データがセレクタ101を介しラ

ッチ回路10にロードする。つまり、図面範囲の外側のデータをセットするものであるから周辺データは全而“0”または“1”である。

なお、2回目以後では信号SELは“1”となり、セレクタ101を介しビット変換ユニット70からのバラレルバターンデータをロードするよう作用する。このようにして3回目のロードロックLC1が出力されたときには、ラッチ回路103a, 103b, 103cには第2スキャン分のバラレルバターンデータ、第1スキャン分のバラレルデータ、周辺データがラッチされる。

（2）このデータセットが終了するころに移動させつつあったYテーブル16がスキャン開始位置P₁（第8図）に到達すると偏向制御ユニット80が行うビームスキャンに同期させるスキャン制御ユニット62のタイミング信号を基準としたシフトレジスタ107が発せられシフトレジスタ107にはコンバレーク108で2進化した振幅データが校正ユニット90からロードされる。

この場合、シフトレジスタ107には、振幅デ

ータはビット変換ユニット70からのバラレルバターンデータよりも左右にそれぞれ1ピクセル（1ビット）余分に横換部を含んでいる。後記するように設計データと振幅データとをマトリック状に比較判断するためのものである。

（3）第1スキャンによって振幅が完了するとロードロックLC2が1個発生する。これによりORゲート105を介しシフトレジスタ104a, 104b, 104cには対応するラッチ回路103a, 103b, 103cから第2スキャン分、第1スキャン分の設計データと周辺データとがバラレルロードされる。

一方、シフトレジスタ107にロードされた振幅データもシフトレジスタ106a, 106b, 106cにバラレルロードされる。シフトレジスタ106aには左に1ピクセルだけシフトされ、シフトレジスタ106cには右に1ピクセルだけシフトされ、シフトレジスタ106bにはシフトレジスタ107の内容がそのままロードされる。

次に、第2スキャンが完了した以降はスキャン

信号SC₁, SC₂が同時に作動し、以下、順次設計データとマスクからの振幅データが各3つのシフトレジスタ104a, 104b, 104cと106a, 106b, 106cにロードされる。そしてビット変換ユニット70から最終スキャンのバターンデータをロードした後で、SELが“0”に戻り、周辺データを1スキャン分追加する。

（4）比較回路110では、9回のE₁～E₉と各シフトレジスタ104a～c, 106a～cの記憶データを適当に比較する。各E₁～E₉ゲート109の出力は相応するシフトレジスタ（図示省略）に一旦ロードするとともに相応するカウンタ（図示省略）で“1”（不一致）をカウントする。ここに、比較回路110では、1ピクセルのすれば無視して測定するようなっているから、本描画装置が描画精度1ピクセル以下とする数値的基準に則って比較することになる。従って、E₁～E₉ゲート109で“1”と判断される場合には設計データに対し震

画されたマスクのバタ が一致しないことを意味する。

そこで、上記各カウントの最も少ないカウント値を示す上記シフトレジスタの内容をメモリマップに記憶する。

(5) かくして、メモリマップを検索し、1°が軽、横または斜め(45°)方向に2ピクセル以上連続している場合には、先にシフトレジスタ106a、106cで1ピクセルづらせた技術的便宜を越えたものとなっているので欠陥と判断するのである。

また、この欠陥判断は図示省略のモニタ・プリンタ等により目視確認できかつデータ記録することができる。

使って、この実施例によれば、**検査装置に比較検査ユニット100を付加させるだけで検査作業を行うための電子光学系調整ユニット60、ピット変換ユニット70、偏光制御ユニット80、スキャン制御ユニット62、テーブル制御ユニット54をそのまま有効に利用するとともに常時は不**

使用の校正コントローラ90とを巧みに利用することによって検査作業ができる。このことは、検査装置と検査装置とを各1台づつ設置する必要がないから経済上、設置スペース上、運転上ともに優れた実用的価値を有するものとなる。

また、検査作業は、電子ビーム描画装置の電子光学系30をそのまま利用できるので、所記従来の光学的検査装置に比較して光学的誤差が抑止できる。従って、従来の光学的検査装置における解像能力よりも高い能力を発揮することができる。0.1μm以下の欠陥も検出できる。ここに高精度の電子ビーム描画装置の実効が保障されるということになる。

また、CPU50のデータフォーマット変換等のデータ準備作業プログラムやピット変換ユニット70、偏光制御ユニット80等による走査機能をそのまま利用できるからデータ形式を検査作業と検査作業既に変更する必要がなく、設計データをそのまま利用することができる。

これは、設計データの作成ミスを回避できると

ともにその膨大な作業時間を削減できるので結果として迅速かつ高精度でマスクを製造することができる。

さらに、比較検査ユニット100は、周辺データを初期条件設定データとして複数のスキャン分のパラレルデータと、校正ユニット90から導出した撮像データから左右(スキャン方向)に1ピクセルだけづらせたパラレルバターンデータを創成し、かつ比較回路110では、当該検査作業に定められた分解能に適応させる最大誤差(この実施例では1ピクセル以下)を許容しながら欠陥判断できるよう構成されているので、極めて実用的な検査作業を実行することができる。

(第2実施例)

第2実施例は比較検査ユニット100を前記第1実施例の場合と異なるものとしたものである。従って、第1実施例の場合と同一の構成要素については説明を省略するものとする。

さて、第2実施例の比較検査ユニット100は、第10図に示すように、CPU50から入力され

た反射電子検出器39の感度特性データをメモリする感度特性データメモリ112と、この感度特性データメモリ112に記憶されたデータとピット変換器70からのパラレルバターンデータとを重畳させて多値バターンデータを発生させる多値バターンデータ発生ユニット111と、校正ユニット90からの撮像データであるデジタル多値データを記憶するイメージメモリ115と、多値バターンデータ発生ユニット111とイメージメモリ115との設計データと撮像データに基づく両多値データを比較して欠陥を検出する比較器114とから構成されている。

ここで、イメージメモリ115は数スキャン分のデータをメモリ可能とされ、比較器114に前記第1実施例の場合と同様に±1ピクセルだけづれを許容して比較するよう形成されている。

そして、撮像データは、スキャン制御ユニット62が送出するタイミング信号を基準としてピーアップスキャン動作と同期されかつ1クロック周期がピクセルサイズと一致する寄込クロックWRTC

によりイメージメモリ 1 1 1 にメモリされるよう形成されている。一方、設計データは多値パターンデータ発生ユニット 1 1 1 で多値化データに変換されるが、これがための感度特性データは、電子光学系 3 0 の自動校正（検査作業算出として行う。）の際にマスクバターンエッジにおける感度特性を反射電子放出器 3 9 によって測定し、第 1 1 図に示すように滑らかに変化するアナログ信号をデジタル信号に変換した多値化波形を C P U 5 0 を介し磁気ディスク装置 4 1 に記憶しつつ感度特性データメモリ 1 1 2 にストアされるものである。

統いて、比較器 1 1 4 では、両データを比較し C P U 5 0 から指定されたスレッショルド値を越えたピクセルのみを欠陥と判定する。

従って、この第 2 実施例の場合には、第 1 実施例の場合と同様にモード選択によって描画作業と検査作業を簡単に行うことができる。

さらに、比較検査ユニット 1 0 0 がマスクからの描像データと設計データとを多値化パターンデータ

として比較するよう構成されているから、トーン情報を含む両データを比較することになるのでハーフトーン欠陥をも検出できるという優れた効果を有する。

このことは、同一ピクセルサイズの場合、第 1 実施例（2 値データ方式）に比べ解像能力を一層高めることができることを意味するものである。

（第 3 実施例）

第 3 実施例は第 2 実施例の場合と同様に比較検査ユニット 1 0 0 を前記第 1 実施例の場合と異なるものとした場合である。

すなわち、第 1 実施例が 2 値方式、第 2 実施例が多値方式のデジタル比較方式であるのに対しアナログ比較方式とした場合である。従って、第 1 実施例の場合と同一の構成要素について説明を省略するものとする。

第 3 実施例の比較検査手段としての比較検査ユニット 1 0 0 は、第 1 2 図に示されるように多値パターンデータ発生ユニット 1 1 1 から 1 スキヤン分の多値データ（設計データ）をロード可能と

されたシフトレジスタファイル 1 2 3 と、スキャン制御ユニット 6 2 からのシフトロック SC に基づいてシフトレジスタファイル 1 2 3 からシリアルアウトされるデータをアナログ信号に変換する D/A 変換器 1 2 4 と、この D/A 変換器 1 2 4 と校正ユニット 9 0 からの描像データであるアナログ信号とを比較するアナログ演算器 1 2 5 と、レジスタ 1 2 6 、 D/A 変換器 1 2 7 を介し C P U 5 0 から指定されたスレッショルド値とアナログ演算器 1 2 5 からの出力信号とを比較する 2 組の比較器 1 2 8 a 、 1 2 8 b と、比較器 1 2 8 a 、 1 2 8 b によって比較され、その絶対値がスレッショルド値を越えた場合に欠陥と判定して出力する O R ゲート 1 2 9 と、から構成されている。

従って、この実施例の場合にも第 1 実施例の場合と同様に描画作業と検査作業とを迅速かつ高精度に行うことができる。

以上の実施例では、装置本体 2 0 0 と制御部 3 0 0 とから電子ビーム描画装置を構成したが、要是設計データ（ソースデータ）に基づき電子ビー

ムをブランкиング制御して描画作業できるものであればよいからこれらの構成は実施例に限定されない。例えば、ピット変換ユニット 7 0 、偏光制御ユニット 8 0 、スキャン制御ユニット 6 2 等は構造的、便利的区分であるからこれらを統合的にハード化してもよい。

また、上記実施例では、試料 5 上に描画しこれを所定処理して得たマスクを検査するものとしたが、ウェハ上に直接バターンを描画するような場合にもそのウェハ上の描画バターンを検査できるので本発明は適用される。同様に走査型とは試料上に連続的にビーム走査させるものに限定されずベクタースキヤン方式、可変整形ビーム方式の如く描画対象部分のみにビーム照射して描画できるようした描画装置であっても容易にラスクスキヤンに切換えて、検査モードとができるので本発明は適用される。

（発明の効果）

本発明は、ブランкиング制御して描画できるとともにその設計データおよび構成要素をそのまま

利用して損失されたマーケットのパターンを迅速かつ高精度に復元できるという優れた効果を有する。

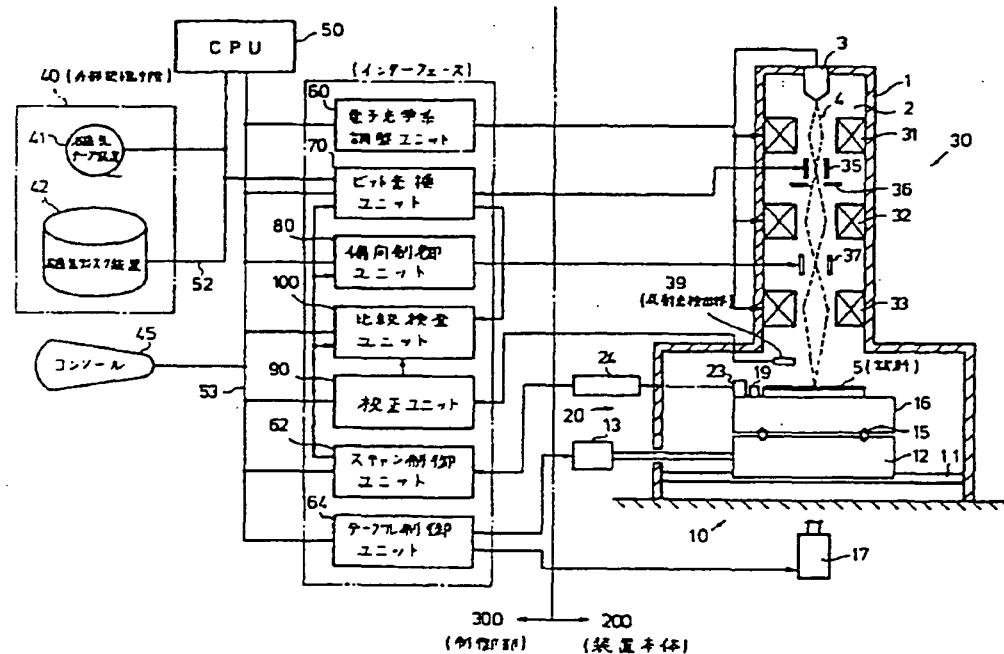
第1図は本発明に係る電子ビーム走査型顕微鏡の第1実施例を示す全体構成図、第2図は同じくピット変換ユニットの構成回路図、第3図は同じくフォーマット変換の説明図であって、(A)は本装置固有の图形表現形式、(B)は設計データの形式、(C)は中間フォーマットを示す、第4図は同じくピット変換の内容説明図で(A)は本装置固有の图形表現形式を示し、(B)はピットデータを示す、第5図は同じく偏向制御ユニットの構成回路図、第6図は同じくタイミングチャートで(A)はリセット信号で(B)は偏向幅信号である、第7図は同じく描画パターンデータ発生手段を併る校正ユニットの構成回路図、第8図は同じくスキャン方式の説明図、第9図は同じく比較検査ユニットの構成回路図、第10図は、第2実施例を示す比較検査ユニットの構成回路図、第11図は第2実施例の比較検査ユニットに入力

される程度、曲は図および第12図は第3次統計を示す比較検定スケートの構成図である。

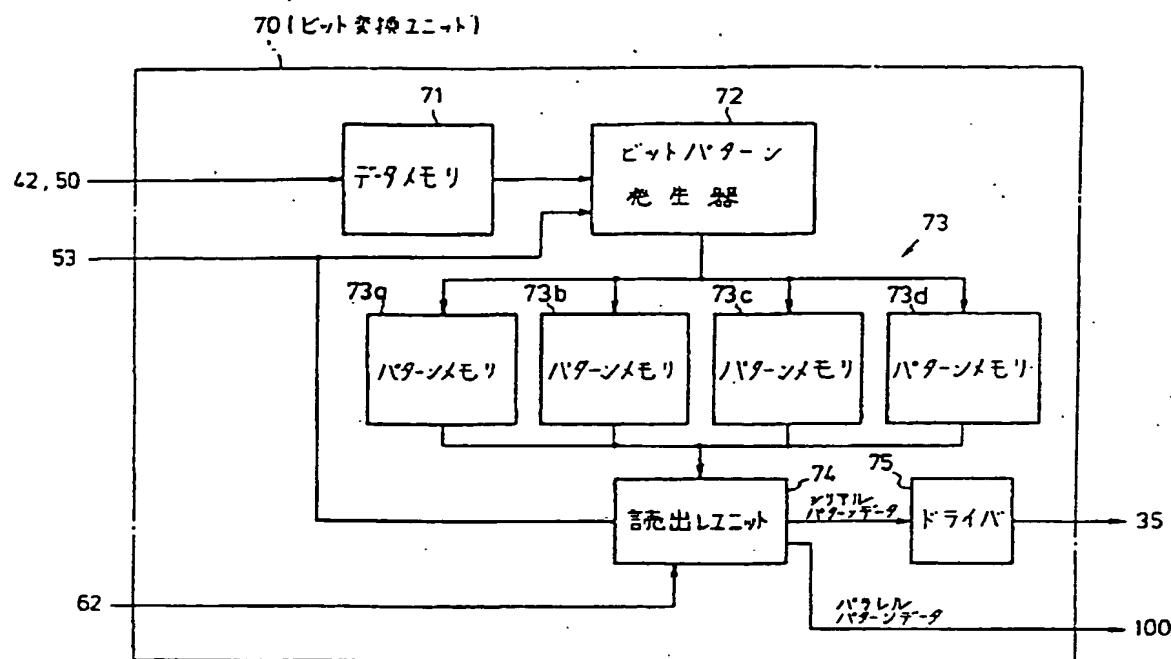
5 一 試料 (マスク)、10 一 テーブル駆動手段、
 20 一 測長システム、30 一 電子光学系、39 一
 位検出手段を併ぶ反射光検出手器、40 一 外部記憶
 手段、50 一 CPU、60 一 電子光学系調整ユニ
 ット、62 一 スキュー調節ユニット、64 一 テー
 ブル翻訳ユニット、70 一 ピット交換ユニット、
 80 一 側向翻訳ユニット、90 一 摄像パターンデ
 タ発生手段を併ぶ校正ユニット、100 一 比較
 検査ユニット、103 a, b, c 一 第1記憶手段
 を形成するラッチ回路、104 a, b, c 一 第1
 記憶手段を形成するシフトレジスタ、106 a,
 b, c, 107 一 第2記憶手段を形成するシフト
 レジスタ、111 一 多値パターンデータ発生ユニ
 ット、114, 128 a, b 一 比較器、115 一
 イメージメモリ、124 一 D/A 変換器、125
 一 アナログ演算器、200 一 装置本体、300 一
 翻訳部。

代理人弁理士木下実三

第 1 回

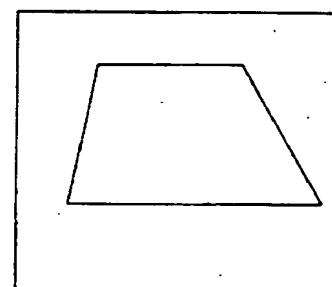


第 2 図



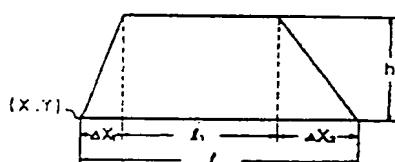
第 4 図

(A)

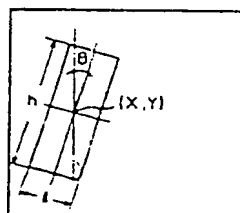


第 3 図

(A)



(B)



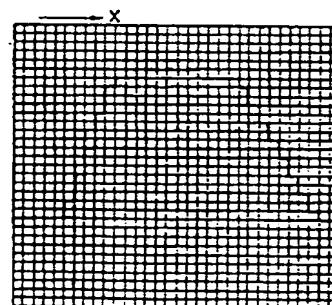
(C)

	1	12	13		
2	11	14			
3	10		15		
4	9	16			
5	8	17			
6	7	18	19		

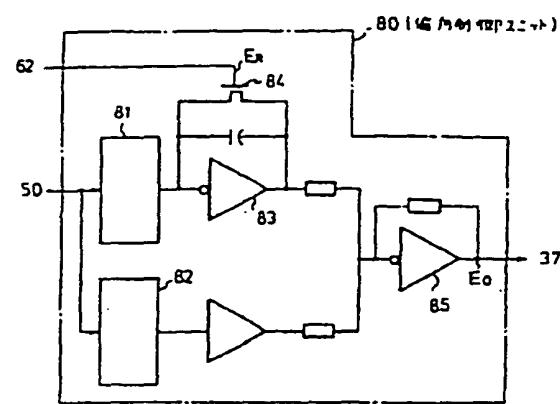
Cmn

Cij

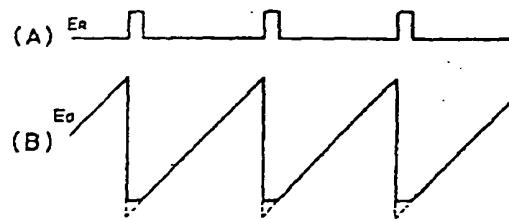
(B)



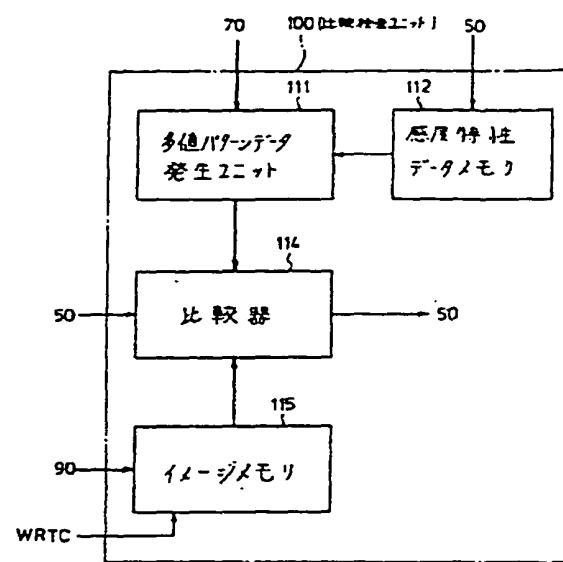
第 5 図



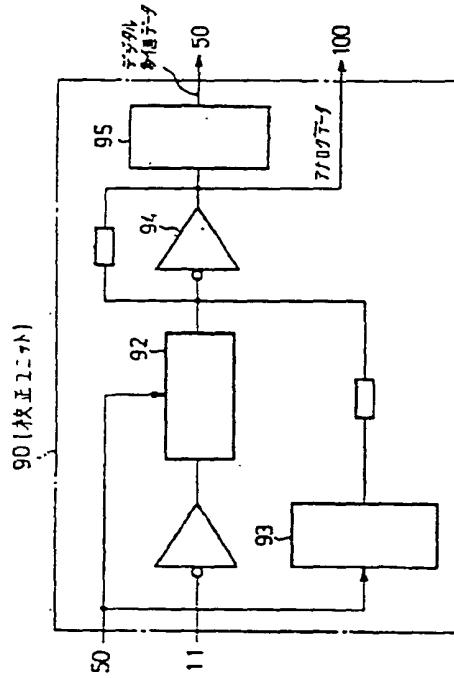
第 6 図



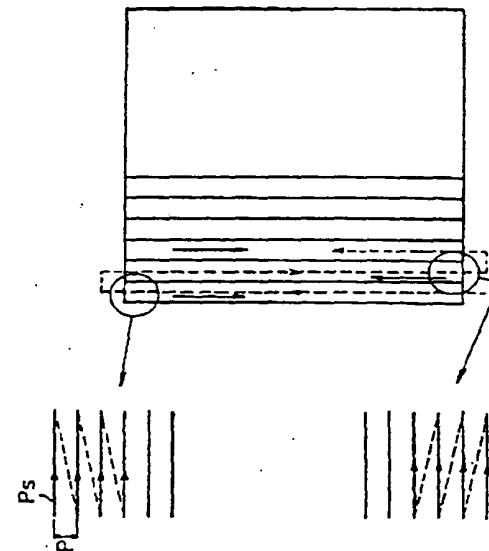
第 10 図

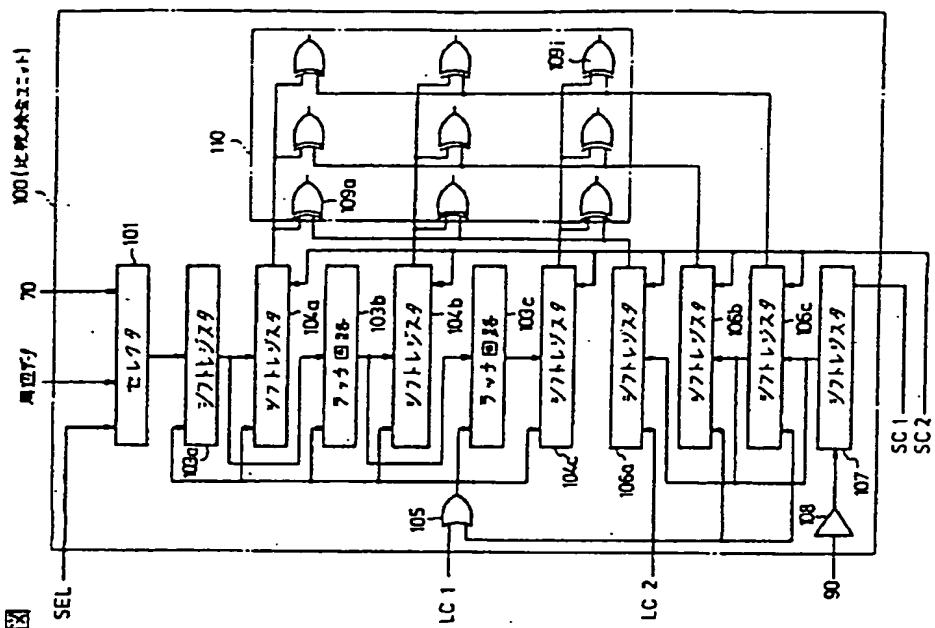


第 7 図



第 8 図





四
九
集

第 12 図

第 11 図

